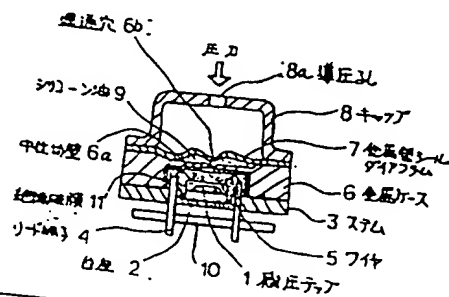


XP12

★FJIE S02 94-028579/04 ★JP05332866-A
 Oil-seal type semiconductor pressure sensor - isolates pressure
 sensitive chip and metal seal diaphragm by separating pressure
 suppress inner pressure variation NoAbstract
 FUJI ELECTRIC MFG CO LTD 92.06.04 92JP-143057
 U11 U12 (93.12.17) G01L 9/04, H01L 29/84
 (4pp Dwg.No.1/3)
 N94-022199

S02-F04B1



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-332866

(43) 公開日 平成5年(1993)12月17日

| | | | | |
|---------------------------|-------|---------|-----|--------|
| (51) Int.Cl. ⁵ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
| G 0 1 L 9/04 | 1 0 1 | 9009-2F | | |
| H 0 1 L 29/84 | B | 9278-4M | | |

審査請求 未請求 請求項の数3(全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平4-143057

(22) 出願日 平成4年(1992)6月4日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 大久保 旭

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

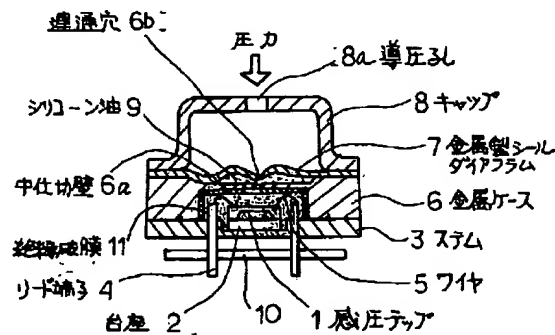
(74) 代理人 弁理士 山口 巖

(54) 【発明の名称】 油封入型半導体圧力センサ

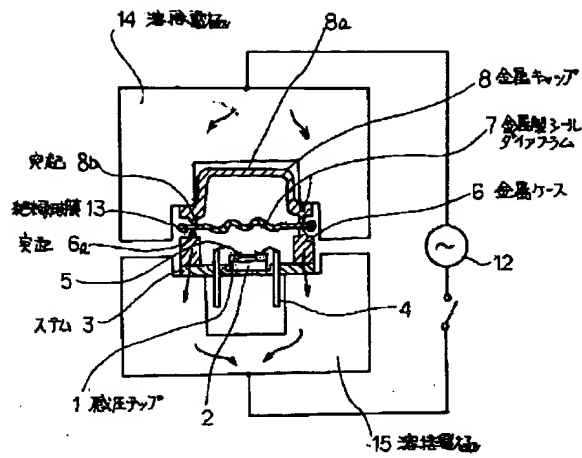
(57) 【要約】

【目的】 金属ケース内に封入した油の減量を可能にしてその体積変化による内圧変動を低め、併せて封入油中を伝播して感圧チップに加わる急激な圧力上昇を緩和して破壊から安全に保護できる油封入型半導体圧力センサを提供する。

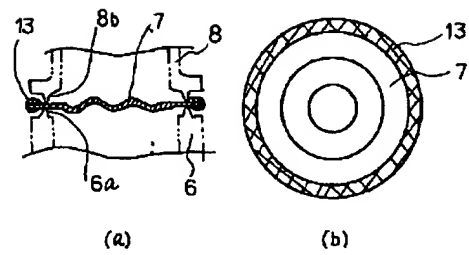
【構成】 ステム3に搭載した感圧チップ1、金属ケース6、金属性シールダイアフラム7、キャップ8、ケース内に封入したシリコン油9などで構成した油封入型半導体圧力センサに対して、金属ケース6に中仕切壁6aを設けて感圧チップ1と金属製シールダイアフラム7との間をで隔離し、かつ該壁に衝撃圧力波に対する緩衝穴として機能する小径な連通穴6bを開口するとともに、中仕切壁を含む金属ケースの内面に絶縁被膜11を形成してリード端子4、ワイヤ5との接触を許容し、金属ケースを小形に構成して油封入量の減量化を図り、併せて感圧チップに加わる急激な圧力上昇を緩和して圧力破壊から保護する。



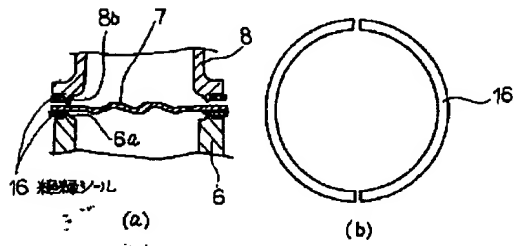
【図1】



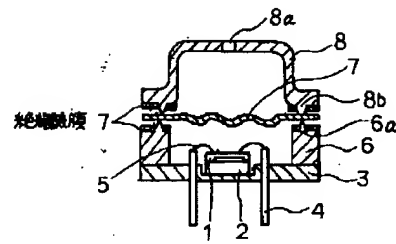
【図2】



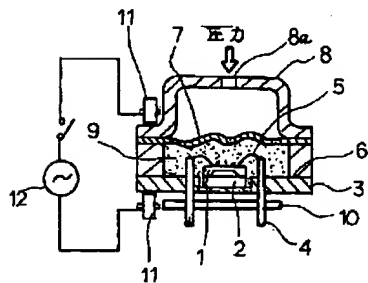
【図3】



【図4】



【図5】



5

6

(a), (b) は中仕切壁に穿孔した連通穴の異なるパターンを表す図

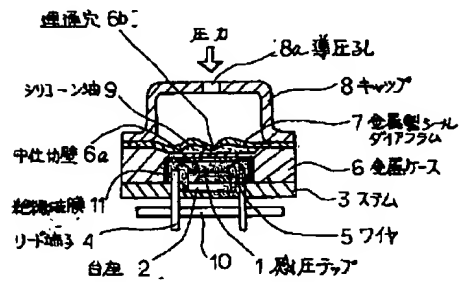
【図3】従来における油封入型半導体圧力センサの構成断面図

【符号の説明】

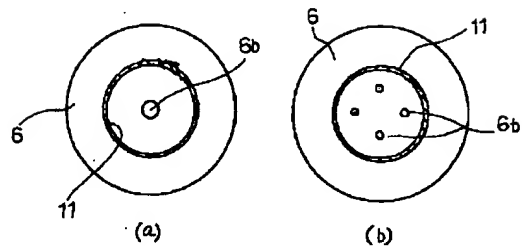
- 1 感圧チップ
- 3 ステム
- 4 リード端子
- 5 ワイヤ

- 6 金属ケース
- 6a 中仕切壁
- 6b 連通穴
- 7 金属性シールドダイヤフラム
- 8 キャップ
- 8a 導圧孔
- 9 シリコン油
- 11 絶縁被膜

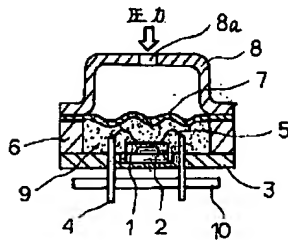
【図1】



【図2】



【図3】



造を改良することにより油の封入量を減らしてその体積変化による内圧の変動を低く抑え、併せて封入油中を伝播して感圧チップに加わる急激な圧力上昇を緩和して破壊から安全に保護できるようにした測定精度、信頼性の高い油封入型半導体圧力センサを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的は、本発明により、感圧チップと金属製シールドダイヤフラムとの間を、少なくとも感圧チップとの対向面が絶縁被膜で覆われ、かつ板面の一部に連通穴が開く中仕切壁で隔離して構成することにより達成される。また、前記構成における中仕切壁を金属ケースに一体形成し、かつ中仕切壁を含めて金属ケースの内面に樹脂コーティングを施して構成することができる。

【0010】さらに、シールドダイヤフラム側から感圧チップに向けて油中を伝播する急激な圧力変化を緩和するためには、前記構成の中仕切壁に穿孔した連通穴を、小径な緩衝穴として構成するのがよい。

【0011】

【作用】上記構成のように感圧チップ、リード端子などを包囲する金属ケースに中仕切壁を設けて金属製シールドダイヤフラムと感圧チップ側の空間との間を隔離し、かつ金属ケースの内面を絶縁被膜で覆っておくことにより、この絶縁被膜にリード端子、ボンディングワイヤに直接触れても特性上の問題はなく、かつ静電気破壊耐量も高まる。これにより、金属ケースの径、高さ寸法を小さく設計して感圧チップを収容したケース内部の空間容積、したがってこの空間内に封入する油量を最小限に減量して油の熱膨張、収縮に伴う内圧変動を低めて圧力センサの測定精度を向上させることができる。

【0012】また、中仕切壁に穿孔した連通穴を小径な緩衝穴として構成することにより、シールドダイヤフラム側から感圧チップに向けて油中を伝播する圧力波にダンピング作用が働くようになる。したがって、被測定圧が急激に増加した場合でも、水撃作用による急激な圧力上昇を緩和して感圧チップを圧力破壊から安全に保護できる。

【0013】

【実施例】以下本発明の実施例を図1、図2に基づいて説明する。なお、図中で図3に対応する同一部材には同じ符号が付してある。すなわち、図示実施例の構成においては、感圧チップ1の収容空間を感圧チップ側と金属シールドダイヤフラム7側とに仕切るように、感圧チップ1を包囲してステム3に結合した金属ケース6の上面側に中仕切壁6aが一体形成されており、かつ該中仕切壁6aの板面には導圧用の連通穴6bが開口している。さらに、中仕切壁6aを含めて金属ケース6の内面全域が例えばポリイミド樹脂を均一な厚さにコーティングして絶縁被膜11が形成されている。

【0014】また、中仕切壁6aに穿孔した連通穴6a 50

は、圧力測定時にシリコン油9を伝播してシールドダイヤフラム7から感圧チップ1に加わる圧力波にダンピング作用を与えるために小径な緩衝穴とし、図2(a)、(b)で示すようにパターンで壁面の一箇所ないし複数箇所に分散して穿孔されている。かかる構成により、圧力測定時にキャップ8の導孔8aを通じてシールドダイヤフラム8に加わる圧力は、金属ケース6の中仕切壁6aに穿孔した連通穴6bを通じて感圧チップ1に伝播する。ここで、被測定圧が急激に増加した場合には、前記構造の金属ケース6が水撃作用に対する一種のダンパとして機能し、中仕切壁6aに穿孔した小径の連通穴(緩衝穴)6bがシリコン油9を伝播して感圧チップ1に作用する圧力の急激な上昇を緩和させ、感圧チップ1に形成した肉薄なダイヤフラム部を圧力破壊から安全に保護する。

【0015】また、前記のように金属ケース6に中仕切壁6aを設けたことで、感圧チップ1とリード端子4との間を接続するワイヤ5が金属製シールドダイヤフラム7に直接触れ合うおそれはなく、かつ中仕切壁6aを含めて金属ケース6の内面には絶縁被膜11が施されているので、仮にリード端子4、ワイヤ5が絶縁被膜に触れていてもショートのおそれはなく、圧力センサの機能に支障をきたすことがない。したがって、パッケージの設計上で感圧チップ1を包囲する金属ケース6の径、高さ寸法を従来構造よりも縮小しても何等の問題はなく、しかも金属ケースを小形化することによって、シリコン油9の封入量が少なくて済み、この結果としてシリコン油の熱膨張、収縮に伴う内圧の変動幅が小さくなって圧力センサの測定精度が向上する。なお、発明者等が設計、試作した圧力センサで、金属ケース6の内面とリード端子4、ワイヤ5との間の間隔を0.2mmまで縮減したことにより、従来構造と比べてシリコン油の封入量を0.3ccから0.2ccに減量できることが確認されている。

【0016】

【発明の効果】以上述べたように本発明の構成によれば、圧力センサの内部配線上での問題なしに感圧チップを収容する金属ケースの径、高さ寸法を小形に設計、製作することが可能となり、かつ金属ケースの小形化により油の封入量を減量して油の熱膨張、収縮に伴う内圧の変動を低く抑えることができ、これにより圧力センサの測定精度の向上化が図れる。また、金属ケースの中仕切壁に穿孔した連通穴を小径な緩衝穴とすることにより、油の媒質を伝播してシールドダイヤフラム側から感圧チップに作用する圧力の急激な上昇を緩和して感圧チップを水撃作用による破壊から安全に保護するなど、測定精度、信頼性の高い油封入型半導体圧力センサを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例の構成断面図

【図2】図1における金属ケースの裏面図であり、

板は、結晶方位が(100)面である第1のシリコン基板の表面に、酸化ケイ素(SiO_2)膜を介して第2のシリコン基板を接合したSOI(Silicon On Insulator)基板からなり、前記弾性部は、この第1のシリコン基板を裏面側から蝕刻してなることを特徴としている。

【0008】

【作用】本発明者等は、Si基板の表面の結晶方位の違いにより断面形状が異なる点に着目した。例えば、図3に示すように、表面の結晶方位(100)のSi基板1を裏面側からエッチングすると、ダイアフラム部12の裏面側の側面11aにはエッチング速度の違いにより面が表面の(100)面に対して約55°の傾きで*

シリコンウエハの結晶方位の違いによるエッチング深さ

| エッチング深さ (μm) 結晶方位 | 0 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
|--------------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|
| (110)※ | 1 | 0.86 | 0.71 | 0.57 | 0.43 | 0.29 | 0.14 |
| (100)※ | 1 | 0.93 | 0.86 | 0.79 | 0.72 | 0.65 | 0.58 |

※(単位はmm)

表から明かなように、1mmのパターン幅で100 μm の深さまでエッチングした場合(110)のSi基板では0.71mm、(100)のSi基板では0.86mmであるが、更にエッチングを続けて200 μm の深さまで達した場合では、(110)のSi基板では0.43mmであるのに対して(100)のSi基板では0.72mmとなる。これより、同一の面積のダイアフラムパターンを用いてエッチングを行なった場合では、(100)のSi基板の方がダイアフラム部の面積の減少が小さいことが明らかであり、したがって、同一形状では(100)のSi基板の方が感度が高く、高感度のものが得られる。

【0010】本発明の半導体圧力センサでは、前記半導体基板を、結晶方位が(100)面である第1のシリコン基板の表面に SiO_2 膜を介して第2のシリコン基板を接合したSOI基板とすることにより、ダイアフラム部の辺の長さLを確保したまま基板を小型化し、感度 S_e の低下を防止する。また、 SiO_2 膜がエッチングの際にストップとして働き、ダイアフラム部の厚みを高精度で制御することが可能になる。したがって、感度 S_e のパラツキを小さくすることが可能になる。

【0011】

【実施例】図1は、本発明の一実施例の半導体圧力センサ21を示す正断面図である。この半導体圧力センサ21は、結晶方位が(100)面の第1のSi基板22の表面に SiO_2 膜23を介して結晶方位が(110)面の第2のSi基板24が接合されてSOI基板25とされ、前記第1のSi基板22の中央部が裏面からエッチングされて肉肉のダイアフラム部26が形成され、この

*現われる。したがって、表面の結晶方位(100)のSi基板11を裏面側からエッチングすることにより、ダイアフラム部12の辺の長さLを小さくせずに、すなわち感度 S_e を低下させずに、Si基板11の大きさを小さくすることができる。

【0009】そこで、表面の結晶方位(110)のSi基板と、該Si基板と同一形状の表面の結晶方位(100)のSi基板を用意し、1mmのパターン幅のマスクを用いてエッチングを行なった場合のそれぞれの基板のエッチング深さと実効ダイアフラムの大きさとの関係を調べたところ次の様な結果が得られた。

【表1】

ダイアフラム部26の表面26aの中央部には複数のピエゾ抵抗27、27が互いに平行になる様に不純物拡散により形成され、同周辺部には複数のピエゾ抵抗(図示せず)が中央部に対して互に対称の位置になる様に不純物拡散により形成されている。そして、第1のSi基板22の内側面22aに現われる(111)面は表面の(110)面に対して約55°傾いている。

【0012】次に、この半導体圧力センサ21の製造方法について説明する。まず、図2(a)に示すように、結晶方位が(100)面の第1のSi基板22の表面を酸化させることにより SiO_2 膜23を形成し、その後 SiO_2 膜23に結晶方位が(110)面の第2のSi基板31を載置し、その後例えば1000℃2時間で熱処理することにより、 SiO_2 膜23を介して第1のSi基板22と第2のSi基板31とを接合する。次いで、同図(b)に示すように、第2のSi基板31を研磨し、所定の厚みの第2のSi基板24とする。以上により、SOI基板25を製造することができる。なお、上記の研磨工程における厚みのバラツキは±0.5 μm 以内である。

【0013】次いで、同図(c)に示すように、水酸化カリウム水溶液(KOH水溶液)、EPW溶液(エチレンジアミン、ピロカテコール、水の混合液)、ヒドラジン等のエッチング液を用いて第1のSi基板22を裏面側からエッチングし、ダイアフラム部26を形成する。ここでは、 SiO_2 膜23がエッチングの際にストップとして働くので、エッチングはこの SiO_2 膜23で停止する。したがって、ダイアフラム部26の厚みの精度は上記研磨工程の精度となり、厚みのバラツキを±0.

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板の中央部を薄肉化してなる弾性部と、

該弾性部の表面に形成された複数のピエゾ抵抗とを具備してなる半導体圧力センサにおいて、

前記半導体基板は、結晶方位が(100)面である第1のシリコン基板の表面に、酸化ケイ素膜を介して第2のシリコン基板を接合したSOI基板からなり、

前記弾性部は、この第1のシリコン基板を裏面側から蝕刻してなることを特徴とする半導体圧力センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、自動車、航空機、家電製品等に用いられる圧力検出用の半導体圧力センサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、自動車、航空機、家電製品等に用いられる圧力センサとしては、シリコン結晶基板の中央部を薄肉化したダイアフラム部(弾性部)の表面に不純物を拡散して複数のピエゾ抵抗を形成し、これらのピエゾ抵抗を感圧部とした半導体圧力センサが知られている。図4及び図5は、上記のセンサの一例である半導体圧力センサ1を示すもので、表面の結晶方位が(110)面のシリコン(Si)基板(半導体基板)2の中央部に薄肉のダイアフラム部(弾性部)3が形成され、このダイアフラム部3の表面3aの中央部には複数のピエゾ抵抗4、4が互いに平行になる様に不純物拡散により形成され、同周辺部には複数のピエゾ抵抗5、5が中央部に対して互に対称の位置になる様に不純物拡散により形成された構成である。このダイアフラム部3は、水酸化カリウム水溶液(KOH水溶液)、EPW溶液(エチレンジアミン、ピロカテコール、水の混合液)、ヒドラジン等のエッチング液を用いて表面の結晶方位(110)のSi基板2を裏面側からエッチングすることにより*

$$S_s = A \cdot S / t^2 = A \cdot L^2 / t^2 \quad \dots \dots (1)$$

但し、Aは比例定数である。(1)式より、例えば図6(b)に示す半導体圧力センサ6のように、単に形状を小さくしただけではダイアフラム部の辺の長さ L_s が小さくなってしまい感度 S_s が大幅に低下してしまう。

【0005】また、従来の半導体圧力センサ1においては、ダイアフラム部3の厚み t の制御はエッチング時間を制御することによりなされているが、Si基板2には10 μ m程度の厚みのバラツキがあるために、エッチング速度がSi基板2の各部で全く均等であったとしても上記の厚みのバラツキを補正することができない。したがって、上記の方法により製造された半導体圧力センサ1のダイアフラム部3の厚み t は、Si基板2の厚みのバラツキと同程度の大きさの厚みのバラツキを有することとなり、感度 S_s のバラツキが大きくなるという欠点がある。厚みのバラツキを小さくする方法としては、p

*り形成される。そのために、Si基板2のダイアフラム部3の裏面側の側面2aにはエッチング速度の違い(111)面が現われる。

【0003】この半導体圧力センサ1においては、ダイアフラム部3に上方から圧力が加わると、このダイアフラム部3が圧力に応じて弾性的に変位し、中央部のピエゾ抵抗4、4に圧縮応力が、また周辺部のピエゾ抵抗5、5に引張応力が発生することとなり、したがって、ピエゾ抵抗4、4は抵抗値が減少し、ピエゾ抵抗5、5は抵抗値が増大する。これらのピエゾ抵抗4、4、5、5によりブリッジ回路を形成して電流駆動することにより、圧力の大きさに比例した電圧出力を得ることができる。この半導体圧力センサ1は、格子欠陥が極めて少ないシリコン結晶基板を用いているために理想的な弾性体を得られ、半導体プロセス技術をそのまま転用することができ、ヒステリシス、クリープ、疲労等がなく、構造が簡単で、電圧感度が極めて大きく、簡単に増幅可能等、使い勝手の面においても非常に優れている等の優れた特徴を有することから、自動車、家電製品、その他様々な分野で広く用いられている圧力センサである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の半導体圧力センサ1においては、圧力感度を保持したまま小型化することができないという欠点があった。例えば図6(a)に示すように、Si基板2の側面2aに現われる(111)面は表面の(110)面に対して約35°傾いているために、エッチング深さ d_1 の場合に辺の長さ L_1 であったダイアフラム部3は、エッチング深さ d_2 までエッチングすると辺の長さが L_2 まで小さくなる。すなわち、エッチング深さ d に反比例してダイアフラム部の辺の長さ L が小さくなる。一般に、半導体圧力センサ1の感度 S_s は、ダイアフラム部3の厚み t と面積 S 、すなわちダイアフラム部の辺の長さ L の2乗に対して次の様な関係にあることが知られている。

型Si基板上にn型Si層をエピタキシャル成長させたウエハを用い、そのn型Si層に電圧を印加しながらエッチングを行うエレクトロケミカルエッチング法もあるが、この方法ではn型Si層に電圧を印加しながらエッチングを行うために工程が複雑となり量産には不向きであった。

【0006】本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであって、圧力感度を保持したまま小型化することができる半導体圧力センサを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は次の様な半導体圧力センサを採用した。すなわち、半導体基板の中央部を薄肉化してなる弾性部と、該弾性部の表面に形成された複数のピエゾ抵抗とを具備してなる半導体圧力センサにおいて、前記半導体基